



Politechnika Wroclawska

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

POLITECHNIKA BYDGOSKA
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

Wpłynęło..... 2023-06-05
Numer Wpłynięcia.....
Referent/symbol..... Wp

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz

Wrocław, 29.05.2023 r.

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Politechniki Wroclawskiej

Wybrzeże Wyspiańskiego 27

50-370 Wrocław

Tel. kom. +48 608 040 183

E-mail: krzysztof.schabowicz@pwr.edu.pl

Adresat Recenzji:

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej

Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

Politechnika Bydgoska

Al. Prof. S. Kaliskiego 7

85-796 Bydgoszcz

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak

pt.: „Identyfikacja czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków”

1. Podstawa formalna

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowią:

- Uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Bydgoskiej z dnia 21 kwietnia 2023 r.,

- Pismo Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej, Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport z dnia 24 kwietnia 2023 r., podpisane przez Przewodniczącą Rady Panią dr inż. Justynę Sobczak Piąstka.

2. Przedmiot i opis ogólny rozprawy

Przedmiot recenzji stanowi rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak pt.: „*Identyfikacja czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków*”, a jej promotorem jest dr hab. inż. Maria Wesołowska, prof. uczelni, promotorem pomocniczym dr inż. Krzysztof Pawłowski, prof. uczelni.

Rozprawa została przedłożona w formie zwanego dwustronnie zadrukowanego skryptu i liczy wraz z załącznikami 184 strony. Praca została napisana w języku polskim, zawiera 53 tabele i 94 rysunki. Składa się ona z 7 rozdziałów, bibliografii stanowiącej łącznie 174 pozycji. Pracę poprzedza wykaz stosowanych skrótów i oznaczeń. Treść rozprawy zakończona jest streszczeniem w języku polskim i angielskim oraz Załącznikami w postaci 16 Tabel.

Układ pracy jest czytelny, charakterystyczny dla prac naukowych i badawczych, a sposób jej wydania jest poprawny.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Przedmiot, cel i teza rozprawy

Przedmiotem badań rozprawy są tynki cienkowarstwowe systemu ETICS, o różnych fakturach, na spoiwie mineralnym (tynk mineralny i tynk silikatowy) i organicznym (tynk akrylowy oraz tynk silikonowy).

Celem pracy rozprawy była analiza zmian zachodzących w cienkowarstwowym wyprawach tynkarskich pod wpływem długotrwałego oddziaływania środowiska zewnętrznego i ich wpływ na podstawowe właściwości systemu ETICS (ang. *External Thermal Insulation Composite*).

Jak napisano w pracy sformułowano następujące tezy:

1. Estetyka elewacji budynków jest ściśle związana z procesem biokorozji zachodzącym na powierzchni wypraw tynkarskich systemu ETICS, w zależności od ekspozycji wypraw względem stron świata.
2. Długotrwałe funkcjonowanie tynków cienkowarstwowym w środowisku zewnętrznym powoduje zmiany w ich mikrostrukturze, które przekładają się na właściwości wilgotnościowe i ich mrozoodporność.

3. Zmiany właściwości wypraw tynkarskich powstałe pod wpływem środowiska zewnętrznego w istotny sposób wpływają na izolacyjność systemu ETICS.

Podstawą pracy były badania własne przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych i na wykonanym w tym celu poligonowym stanowisku badawczym. Głównym celem badań poligonowych była:

1. Analiza wpływu orientacji elewacji na intensywność biokorozji i degradację tynków, definiowaną przez zmiany mikrostruktury i kapilarność.
2. Analiza wpływu orientacji elewacji na zmiany izolacyjności termicznej systemu bazującego na styropianie – najczęściej stosowanym materiale termoizolacyjnym w systemie ETICS.

Wyniki tych badań zestawiono z wynikami testów laboratoryjnych, uwzględniających proces zamrażania – odmrażania w liczbie cykli odpowiadającej rzeczywistym warunkom klimatycznym z okresu funkcjonowania stanowiska poligonowego. Analiza ta pozwoliła na określenie czynników warunkujących obniżenie trwałości cienkowarstwowych wypraw tynkarskich. Badania doświadczalne dały możliwość szerszego rozpoznania zagadnienia zmian właściwości ETICS i obniżenia estetyki elewacji w odniesieniu do relacji środowisko – system.

3.2. Charakterystyka i ocena poszczególnych rozdziałów rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska składa się z siedmiu rozdziałów uzupełnionych o streszczenia w języku polskim i angielskim, spis literatury oraz wykaz stosowanych skrótów i oznaczeń.

Generalnie pracę podzielono na część teoretyczną i doświadczalną. W części teoretycznej omówiono system ETICS. Opisano zjawisko pogorszenia jakości estetycznej elewacji w wyniku biokorozji. Zidentyfikowano czynniki warunkujące porażenie tynków cienkowarstwowych korozją biologiczną. Skomentowano podejście specyfikacji technicznej EAD 040083-00-0404 do trwałości systemów ETICS i skonfrontowano je z wytycznymi literaturowymi. Wyodrębniono dwie grupy czynników wpływających na proces biokorozji (abiotyczne i biotyczne).

Część doświadczalna pracy dotyczy czynników abiotycznych. Przedstawiono w niej wyniki badań własnych (laboratoryjnych i terenowych) systemu elewacyjnego ETICS bazującego na styropianie. Do badań przyjęto cztery rozwiązania materiałowe tynków cienkowarstwowych (akrylowy, mineralny, silikatowy i silikonowy). Analizie poddano: estetykę powierzchni wypraw tynkarskich przez pomiar stopnia skażenia biologicznego tynków, zmiany mikrostruktury tynków określone metodą

porozymetrii rtęciowej, absorpcję kapilarną warstwy zewnętrznej oraz jej wpływ na izolacyjność cieplną systemu. Próbkę do badań pobrano ze stanowiska poligonowego po 6 latach. Oceniono porowatość i wodochłonność tynków. Bazując na danych literaturowych, w rozkładzie porowatości wydzielono zakresy wielkości porów wrażliwych na korozję mrozową i przepływ kapilarny. Na podstawie zmian porowatości i chłonności stwierdzono, że korozja biologiczna ingeruje w mikrostrukturę cienkowarstwowych tynków mineralnych na podłożu z EPS.

Rozdział pierwszy zawiera wprowadzenie w tematykę pracy. Zamieszczono w nim genezę stanowiącą uzasadnienie wyboru tematu rozprawy oraz przybliżono jej zakres.

W rozdziale drugim przedstawiono w sposób skrótowy charakterystykę systemu ETICS.

Rozdział trzeci obejmuje problematykę czynników wpływających na rozwój biokorozji wypraw tynkarskich systemów ETICS, w tym czynniki biotyczne i abiotyczne. Przedstawiono w nim także rozwiązania układów materiałowych i detali budowlanych oraz stan wilgotnościowy jako efekt oddziaływania czynników abiotycznych. Jak stwierdzono w podsumowaniu tego rozdziału czynniki wewnętrzne, które bezpośrednio wpływają na kolonizację mikroorganizmów, czyli tzw. biokorozję powierzchni budynków są powszechnie znane. Jednakże nie są ocenione zmiany w mikrostrukturze wypraw tynkarskich po długotrwałej ekspozycji na warunki środowiskowe oraz brakuje informacji na temat wpływu biofilmu na degradację tych tynków. Analiza zmian zachodzących w cienkowarstwowych wyprawach tynkarskich pod wpływem długotrwałego oddziaływania środowiska była rozpatrywana tylko na podstawie badań laboratoryjnych próbek poddanych procesom przyspieszonego starzenia, natomiast brakuje badań poligonowych obrazujących zachodzące zmiany w tynkach cienkowarstwowych systemu ETICS.

W rozdziale czwartym podano przedmiot, cel, tezy badawcze i zakres rozprawy, a w rozdziale piątym przedstawiono przeprowadzone badania i stosowane metody. Kluczowym elementem badań doświadczalnych są 6-letnie obserwacje i testy prowadzone na zrealizowanym przez autorkę stanowisku poligonowym.

Rozdział szósty zawiera wyniki badań własnych wraz z analizą. Analizie poddano 4 rodzaje tynków w dwóch wariantach fakturowych, zorientowane w kierunku północnym, południowym, wschodnim i zachodnim. Widoczny nieuzbrojonym okiem biofilm pojawił się już po 2 latach i rozwijał się przez kolejne 4 lata. Analizie poddano estetykę powierzchni wypraw tynkarskich przez pomiar stopnia skażenia biologicznego tynków, zmiany mikrostruktury tynków określone metodą porozymetrii rtęciowej, absorpcję kapilarną warstwy zewnętrznej oraz jej wpływ na izolacyjność cieplną systemu. Oceniono parametry mikrostruktury, takie jak wodochłonność tynków i rozkład porowatości – wydzielono zakresy wielkości porów wrażliwych na korozję mrozową i przepływ kapilarny.

W rozdziale siódmym przedstawiono podsumowanie, wnioski i kierunki dalszych badań. W polskim normowaniu nie ma opisanej metody badania mrozoodporności tynków cienkowarstwowych. W związku z tym opracowano własną metodę, która uwzględniała zawilgocenie tynków uzyskiwane w wyniku powierzchniowej absorpcji wody oraz rzeczywistą liczbę cykli przejścia przez 0°C występujących w okresie funkcjonowania stanowiska.

Przedstawiona w rozprawie i zweryfikowana doświadczalnie metodyka badań jest moim zdaniem trafna i poprawna pod względem merytorycznym. Na uwagę zwraca fakt dużej ilości badań, choć nie zawsze są one dostatecznie opisane, szczególnie w zakresie uzyskanych rezultatów. Ponadto można odczuć pewien niedosyt odnośnie do opisu samych badań. Zaprezentowane analizy odnoszą się zarówno do literatury krajowej jak i międzynarodowej. Podjęta tematyka wydaje się aktualna i potrzebna. Niewiele jest także prac poświęconych tej tematyce.

4. Uwagi krytyczne

Na wstępie chciałbym podkreślić, że przedstawione w niniejszym punkcie uwagi krytyczne odnośnie recenzowanej rozprawy zostały podane w charakterze dyskusji i pewnego rodzaju uporządkowania przedstawionych treści z nadzieją, że mogą być przydatne i zostaną wykorzystane w trakcie opracowywania publikacji naukowych kierowanych do czasopism z tej tematyki.

Znaczną część uwag krytycznych podano już w punkcie 3.2 przy recenzowaniu poszczególnych rozdziałów. Poniżej je zebrano i usystematyzowano. I tak:

- 4.1. Tytuł rozprawy zawiera wszystko to, co jest w rozprawie.
- 4.2. Praca napisana jest dobrym językiem z uwzględnieniem zasad stylistycznych, gramatycznych oraz interpunkcyjnych.
- 4.3. Należałoby bardziej wnikliwie przeanalizować rezultaty badań i tym samym rozszerzyć wnioski. Praca zawiera wyjątkowo dużo badań laboratoryjnych, ale nie wszystkie rezultaty zostały w niej skomentowane.
- 4.4. Rysunki od 61 do 72 powinny być większe, a przede wszystkim czytelniejsze. Podobnie jak z bardzo ważnym rysunkiem 84 w Podsumowaniu analiz.
- 4.5. W analizie wpływu wilgotności na przewodność cieplną styropianu zastosowano typową konwersję wg normy PN EN ISO 10456. W jakim zakresie wilgotności można tę konwersję stosować i jak postępować w przypadku przekroczenia wartości granicznych?

- 4.6. W ocenie porowatości tynku zastosowano porozymetrię rtęciową, w której występuje emisja substancji niebezpiecznych (opary rtęci, zanieczyszczona rtęć). Z jakich przesłanek wynikało przyjęcie tej metody? Jak postępuje się z toksycznymi odpadami. Czy istnieje możliwość zastąpienia tej metody inną, mniej emisyjną?
- 4.7. Stanowisko badawcze jest zlokalizowane w sąsiedztwie budynku. Czy taka lokalizacja może mieć wpływ na wyniki badań?

5. Wnioski

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak pt.: *„Identyfikacja czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków”*, której promotorem jest dr hab. inż. Maria Wesołowska, prof. uczelni, promotorem pomocniczym dr inż. Krzysztof Pawłowski, prof. uczelni stanowi rozwiązanie oryginalnego zadania naukowego dotyczącego identyfikacji czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków.

Uważam, że przedstawiony w rozprawie cel został osiągnięty i choć nie napisano tego wprost teza została udowodniona, a sformułowane zadanie naukowe rozwiązane.

Należy zauważyć, że Doktorantka wykazała się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy naukowej i technicznej w zakresie prezentowanej tematyki. Świadczy to o dojrzałości naukowej Doktorantki. Wykonano badania, które poszerzyły istniejącą bazę wiedzy. Na tej podstawie dokonano krytycznej analizy otrzymanych rezultatów przeanalizowano je i opracowano wnioski. Całość pracy świadczy jednak o przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia prac naukowych i badawczych. Rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, ma znaczenie naukowe i praktyczne.

Problemem naukowym pracy była identyfikacji czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków ze szczególnym uwzględnieniem tynków cienkowarstwowych na systemie ociepleniowym ETICS. W efekcie przeprowadzonych badań udowodniono, że intensywność biokorozji na powierzchni wypraw tynkarskich jest uzależniona od rodzaju tynku, jego faktury i orientacji względem stron świata. Długotrwałe funkcjonowanie tynków w środowisku zewnętrznym powoduje zmiany dla wszystkich tynków w zakresie porowatości i udziału porów odpowiedzialnych za transport kapilarny, co przekłada się na absorpcję wody. Natomiast zmiany w zakresie porów odpowiedzialnych za mrozoodporność wykazały tylko tynki akrylowe i mineralne. Wyróżnione czynniki wpłynęły na zwiększenie wilgotności materiału izolacyjnego pod wyprawą tynkarską, które przekładają się na izolacyjność cieplna systemu ETICS.

Biorąc pod uwagę powyższe wnoszę o wyróżnienie pracy.

6. Sentencja Recenzji

Moim zdaniem recenzowana rozprawa mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak pt.: „*Identyfikacja czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków*” **spełnia wymogi stawiane w Ustawie** z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami) **oraz w Rozporządzeniu** Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 19 stycznia 2018 r. – **i dlatego wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Z poważaniem,



Prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz